

Medición de eficiencia de los procesos de recibo y desgrane en maíz para la planta de semillas de Zamorano

Génesis Daniela Vargas Toscano

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Honduras**

Noviembre, 2017

ZAMORANO
CARRERA DE AGROINDUSTRIA ALIMENTARIA

Medición de eficiencia de los procesos de recibo y desgrane en maíz para la planta de semillas de Zamorano

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniera en Agroindustria Alimentaria en el
Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

Génesis Daniela Vargas Toscano

Zamorano, Honduras

Noviembre, 2017

Medición de eficiencia de los procesos de recibo y desgrane de maíz en la planta de semillas de Zamorano

Génesis Daniela Vargas Toscano

Resumen. Zamorano cuenta con una planta de procesamiento de semillas y para cumplir con la demanda creciente de productos, se planteó la necesidad de realizar un estudio en dos áreas consideradas críticas en la producción con el objetivo de determinar la eficiencia y detectar operaciones que retrasen la producción. En el área de recibo se utilizó el método de tiempos y movimientos, el cual se basa en la aplicación de técnicas para conocer la eficiencia y determinar un tiempo estándar en dicha actividad. La segunda técnica se realizó en el área de desgrane a través del método eficiencia global de equipos, por sus siglas en inglés (OEE) el cual mide la eficiencia de una máquina basándose en tres factores: disponibilidad, rendimiento, y calidad. En el área de recibo se estableció un valor estándar total de 99.13 min y se determinó que el tiempo productivo fue de 78.20 min y 20.93 min fueron improductivos, es decir que un 21.13% del tiempo real de producción no está siendo aprovechado. En el área de desgrane la disponibilidad tiene un valor de 84%, un rendimiento de 80% y una calidad de 97%. Finalmente, con los tres factores se determinó el OEE, el cual tuvo un resultado de 65% por lo que se encuentra en el rango de 65 y 75% con un calificativo de regular según los parámetros establecidos, como resultado solo puede ser aceptado si hay un proceso de mejora.

Palabras claves: Movimiento, pérdidas, productividad, tiempos.

Abstract. Zamorano has a seed processing plant and to meet the growing demand for products, the need to conduct a study in two areas considered critical in production with the objective of determining efficiency and detecting operations that delay production. In the receiving area, the time and motion method was used, which is based on the application of techniques to know the efficiency and determine a standard time in established activity. The second technique was performed in the grading area through the Global Equipment Efficiency (OEE) method, which measures the efficiency of a machine based on three factors: availability, performance, and quality. In the receipt area, a total standard value of 99.13 min was established and production time was determined to be 78.20 min and 20.93 min were unproductive, meaning of 21.13% of the actual production time is not being used. In the area of harvesting the availability has a value of 84%, a yield of 80% and a quality of 97%. Finally, with the three factors, the OEE was determined, resulting in a result of 65%; so it is in the range of 65 and 75% with a qualification of regular, it according to the parameters established by Nakajima, as a result can only be accepted if there is an improvement process.

Keywords: Losses, movement, productivity, times

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Página de firmas.....	ii
Resumen.....	iii
Contenido	iv
Índice de Cuadros y Anexos	v
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	3
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	7
4. CONCLUSIONES	12
5. RECOMENDACIONES	14
6. LITERATURA CITADA	15
7. ANEXOS.....	18

ÍNDICE DE CUADROS Y ANEXOS

Cuadros	Página
1. Clasificación eficiencia global de equipos (OEE).....	6
2. Tiempos estándares para la operación de recibo en la planta de semillas Zamorano.....	8
3. Resumen de tiempos y eficiencias en la operación de recibo.....	9
4. Resumen de tiempo para los operarios de las actividades en el área de recibo....	9
5. Cálculo de la disponibilidad en minutos para la máquina de desgrane.....	10
6. Cálculo de rendimiento en minutos para la máquina de desgrane.....	11
7. Cálculo de calidad total en minutos para la máquina de desgrane.....	11
8. Resultado final de OEE de la máquina de desgrane.....	12
 Anexos	 Página
1. Formato control de paros máquina desgranadora de la planta de semillas.....	18
2. Formato de tomas tiempo.....	19
3. Formato de factor de calificación.....	19
4. Tablas de calificación de ritmo de trabajo Westinghouse.....	20

1. INTRODUCCIÓN

Tras la necesidad de buscar la mejora continua y de tener buenos resultados a través de procesos eficientes, las empresas en los últimos años han realizado varios estudios sobre factores que podrían afectar a la misma. Sin embargo, muy pocos conocen los métodos que ayudarían a realizar procesos eficientes. Zamorano, cuenta con una planta de semilla donde existe una gran demanda de producto, por lo cual, se ha visto la necesidad de realizar dos tipos de estudio en la planta de producción; la primera en el área de recibo a través del estudio de tiempo y movimientos, y la segunda en el área de desgrane por el método eficiencia global de equipos, por sus siglas en inglés OEE.

El estudio de trabajo se creó con el propósito de crear una técnica destinada a racionalizar y medir el trabajo, enfocado en la economía del movimiento. Posteriormente alrededor de 1960 se crearon nuevas disciplinas, como ingeniería industrial y gestión de la producción que hasta la actualidad abarcan todo el sistema de estudio de métodos y tiempo (Kanawary 1996).

La medición de tiempos, es la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador en un área específica (Meyers 2000); mientras que el estudio de movimientos indica el flujo que realiza el operario en un determinado puesto de trabajo y a la vez hace un análisis cuidadoso de los diversos movimientos que efectúa el cuerpo humano al ejecutar un trabajo. Su objetivo es eliminar o reducir los movimientos ineficientes para acelerar el índice de producción (Guzmán y Sánchez 2013).

Es necesario conocer ciertos factores que podrían intervenir en el estudio como la habilidad, condición del operario y estado del área de trabajo (González 2002). Gracias a los estudios de tiempos y movimientos se puede comprender la naturaleza y el verdadero costo del trabajo, lo cual permite a la empresa reducir y balancear costos (Meyers 2000).

Debido a las exigencias del mercado, las empresas buscan el mejoramiento continuo no solo de su personal, sino tan bien en la parte de industrial y un método impredecible en el estudio de eficiencia en máquinas es el OEE (Overall Effectiveness Equipment). Fue utilizado por primera vez por Nakajima (1988) que mencionó que un equipo eficiente no solo se trata de que esté funcionando correctamente, si no que se debe crear un sentido de responsabilidad conjunto entre los operadores y personal de mantenimiento para trabajar en la mejora continua.

En la actualidad el método OEE es utilizado por las organizaciones manufactureras no solo para monitorear la productividad y la calidad del desempeño productivo, sino también como un indicador y un impulsor de mejoras en el desempeño (Puvanasvaran *et al.* 2013),

debido a que es una herramienta que evalúa los componentes de un proceso para determinar las posibles fallas o averías que no permiten llegar al 100% de productividad (Casilinas y Poveda 2012).

Una de las grandes ventajas que presenta este método es que mide todos los parámetros fundamentales en la producción industrial: disponibilidad, eficiencia y calidad (Mohr 2012). Para el siguiente estudio se plantearon los siguientes objetivos:

- Determinar la eficiencia y el tiempo estándar de operación en el área de recibo.
- Adecuar la metodología de la OEE para la planta de semillas de Zamorano, proponiendo un cálculo que indique la eficiencia general de los equipos.
- Proponer mejoras en la gestión de mantenimiento que conduzcan a optimizar la efectividad global de los equipos (OEE), maximizando la eficiencia en el área de desgrane de la planta de semillas de Zamorano.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del estudio.

El siguiente estudio se realizó en la planta de semillas de la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano en el Valle de Yeguaré, Km 30 carrera a Danlí, Francisco Morazán al este de Tegucigalpa, Honduras. El estudio se realizó en el área de recibo con una superficie de 322 m² y en el área de desgrane con 187 m². La materia prima utilizada fue un híbrido de maíz DK370BT2PRO.

Metodología experimental.

Para la operación de recibo se realizó un diseño experimental de Bloques Completos al Azar (BCA), donde se evaluó 2 veces a 4 operarios en 3 actividades diferentes. En el análisis estadístico, se realizó un análisis de varianza (ANOVA) con una separación de medias Duncan y medias ajustadas al cuadrado mínimo a través del programa estadístico SAS versión 9.4. Para el área de desgrane se realizó 18 observaciones una por cada jornada de trabajo.

Toma de tiempos.

Se realizó con un cronómetro por el método vuelta a cero, el cual consiste en una lectura directa y un registro inmediato antes de regresar nuevamente a cero (Leal 2008). Se elaboraron tres tipos de formatos.

- Formato de toma de tiempos.
- Formato de calificación de factor de desempeño.
- Formato de control de tiempo de paros.

Estudio de tiempos.

Es una técnica para medir el tiempo requerido a una determinada actividad realizada por un trabajador calificado (Monllor 1994), tomando en cuenta las demoras que se presenta como fatigas, retrasos personales o interrupciones imprevistas. A través de estas técnicas puede determinar el tiempo estándar y normal de cada actividad (Castillo 2005).

Estudio de movimientos.

Es el análisis detallado de los movimientos que realiza el cuerpo humano, con el objetivo de reducir o eliminar movimientos innecesarios que retrasen la operación y vuelva un trabajo ineficiente (Fuentes 2003).

Factor de calificación.

Se evaluó el desempeño de cuatro trabajadores, quienes ya tenían experiencia en el área de trabajo. Para determinar el tiempo normal, fue necesario realizar una calificación al operario a través del sistema de Westinghouse, con el objetivo de ajustar el tiempo que requiere un operario normal para realizar el mismo trabajo (Caso 2006). Este método consiste en dar una calificación a cuatro factores sobre la actuación del trabajador, tales como: la habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia.

Tiempo normal.

Es el tiempo requerido para realizar una operación, sin ninguna demora por razones personales o situaciones inevitables (García 2015). Se obtuvo a partir de la multiplicación del promedio del tiempo observado de cada elemento por el factor de calificación del mismo elemento. Al final se calcula un promedio.

$$TN = TO \times FC \quad [1]$$

Donde:

TN: Tiempo normal

TO: Tiempo observado

FC: Factor de calificación

Tiempos estándar.

Es el tiempo necesario para efectuar una determinada actividad por un operario tipo medio que trabaja a una velocidad normal y posee la habilidad requerida (Esquer 2013). Para la determinación del tiempo normal se incluyó el porcentaje de suplementos por descanso de los tiempos normales a través de la siguiente fórmula (Cequea *et al* 2006).

$$TS: TN (1 + \% S) \quad [2]$$

Donde:

TS: Tiempo estándar

TN: Tiempo normal

S: Suplementos

Tabla de suplementos.

Son tolerancias que se adicionó al tiempo normal con el fin de obtener un tiempo estándar, tomando en cuenta en cuenta interrupciones, retrasos y movimientos lentos debidos a la fatiga (Retana y Aguilar 2013). Los suplementos reflejan el tiempo necesario para recuperarse de un trabajo prolongado (Caso 2006).

Tiempo productivo.

Tiempo en el que operario o máquina se mantiene realizando una actividad en específico.

$$TP = TC - TI \quad [3]$$

Donde:

TP: Es el tiempo productivo.

TC: Es el tiempo del ciclo de la operación.

TI: Es el tiempo improductivo real.

Tiempo improductivo necesario del operario. Tiempo estándar que un operario calificado puede realizar una determinada operación.

$$TINO = TI + TR \quad [4]$$

Donde:

TINO: Tiempo improductivo necesario.

TI: Tiempo improductivo real.

TR: Tiempo de respuesta del operario.

Eficiencia real del operario

Determinado por el tiempo que realmente aprovecha el operario comparado con el tiempo que dura la ejecución de una operación.

$$ER = TP / TC \quad [5]$$

Donde:

ER: Eficiencia real.

TP: Tiempo productivo.

TC: Es el tiempo de ciclo de la operación.

Método Eficacia Global de Equipos Productivos (OEE).

Para la máquina de desgrane se utilizó el método overall equipment effectiveness (OEE), es un método de medición para equipos o es un indicador empleado para conocer la condición actual y medir la eficiencia según su capacidad (Cruelles 2009).

Cuadro 1. Clasificación eficiencia global de equipos (OEE).

OEE	Calificativo	Consecuencias
OEE < 65 %	Inaceptable	Pérdidas económicas. Baja calidad.
65 % < OEE < 75 %	Regular	Perdidas económicas. Aceptable solo si está en proceso de mejoras.
75 % < OEE < 85 %	Aceptable	Ligeras pérdidas económicas. Competitividad ligeramente baja.
85 % < OEE < 95 %	Buena	Buena competitividad.
OEE= 100%	Excelente	Competitividad excelente.

Fuente: Nakajima 1988

Disponibilidad. Se define como el que tiempo que la máquina ha estado funcionando con respecto al tiempo que se planifico. El tiempo establecido de función es el tiempo total menos tiempo que no ha estado produciendo por paradas programadas y no programadas (León 2010).

$$\text{Disponibilidad} = (\text{TO}/\text{TPO}) \quad [6]$$

TPO= Tiempo planificado de producción

Tiempo total de trabajo - Tiempo de paradas planificadas

TO= Tiempo real de operación

TPO - Paradas no programadas y/o Averías

Rendimiento. Es el total de producto que ha fabricado durante el tiempo de planificación. Se registran las paradas frecuentes de corta o larga duración, velocidad y forma de funcionamiento. Hay dos tipos de perdidas donde el rendimiento se ve afectado. Perdidas de la velocidad por paradas inesperadas o por reducción de velocidad.

$$\text{Rendimiento} = \text{N}^\circ \text{ Total de unidades} / (\text{PPP}) \quad [7]$$

Donde: PPP: Cantidad de piezas que se podría haber producido = tiempo de operación x Capacidad nominal.

Calidad. Se mide según la calidad de producto producido. Si hay un reproceso del producto defectuoso la máquina estaría gastando tiempo y energía. Se espera que el material tenga una calidad inferior a la esperada. Cada empresa tiene una política de calidad como la tiene la planta de semillas Zamorano, permite hasta 3.5% de pérdida de calidad en maíz por desgrane, los parámetros establecidos son por daños mecánicos internos y externos, restos de elotes y material inerte.

$$\text{Calidad} = \text{N}^\circ \text{ de unidades conformes} / \text{N}^\circ \text{ unidades totales} \quad [8]$$

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La actividad de recibo consta de tres actividades, desamarro y traslado de sacos, descarga en bandas e inspección de material. Para la operación de recibo en suplemento o tolerancias permitidas a los operarios, el valor más alto fue desamarro y traslado de sacos; debido a que es una actividad que demanda mayor esfuerzo por el cual se considera un factor mayor de tolerancia. A comparación de un estudio realizado 42 plantas de operación continua, aceptan una tolerancia de mínima de 12% y máxima de 35% (Esquer 2013), lo cual muestra que en esta actividad hay mayor tolerancia principalmente a periodos de descanso por fatiga.

En factor de calificación la actividad desamarro y traslado de sacos fue la menor, esto debe a que es una actividad de mayor esfuerzo y a medida que pasa el tiempo el rendimiento va disminuyendo y más aún si los operarios ya estaban trabajando en otras actividades previas a la descarga del material. En cuanto al tiempo normal y estándar el cual se determinó a través de las fórmulas 1 y 2 respectivamente, estas pueden ser reducidas si se cumplen las acciones correctivas y si se aumenta el número de operarios para todo el periodo de descarga.

Cuadro 2. Tiempos estándares en segundos para la operación por saco en la planta de semilla Zamorano.

Actividad de recibo	TP	Suplemento	FC	TN	TS
Desamarro y traslado de sacos	12.81	0.46	0.86	11.02	16.08
Descarga en bandas	9.80	0.38	1.10	10.78	14.88
Inspección de material	38.72	0.20	1.22	39.92	47.90

TP: tiempo promedio, FC: factor de calificación, TE: tiempo estándar, TN: tiempo normal.

Mediante las ecuaciones 3, 4 y 5 se obtuvo el tiempo total por jornada, tiempo productivo e improductivo. El tiempo total fue de 99.13 minutos en una jornada de descarga de dos camiones, cada uno con 320 sacos. Mientras que el tiempo productivo fue 78.20 minutos y 20.13 minutos de tiempo improductivo., es decir un 20.8% del tiempo esperado de producción no está siendo aprovechado.

En comparación con resultados obtenidos por Orellana (2014) quien determinó una eficiencia de 69% luego de establecer tiempos estándares, se puede observar que hubo una mejora ya que actualmente existe una eficiencia de 78.8% (Cuadro 3).

Lo cual cumple el concepto de quien asegura que en industrias sin estándares y métodos establecidos se opera con un 60% (Meyers 2000). Durante el estudio se pudo observar los múltiples factores que podrían afectar el tiempo total.

- Confirmación sobre la hora de llegada del material.
- Programación del horario de operación de desgrane.
- Descargar en tolvas hace que la actividad sea más larga a comparación de la descarga directa a las bandas transportadora.

Cuadro 3. Resumen de tiempos y eficiencias dentro de la operación de recibo.

Tiempos	Minutos
Tiempo de ciclo	99.13
Tiempo productivo	78.20
Tiempo improductivo	20.13
Equivalencia tiempo improductivo (%)	20.30
Eficiencia real (%)	78.8

En el cuadro 4, sí hubo diferencia significativa entre operarios y entre actividades de desamarre de traslado de sacos y descargas en bandas, pero en inspección de material no hubo diferencias significativas debido a que es una actividad que requiere mayor tiempo para la revisión del material.

Cuadro 4. . Resumen de tiempo en segundos de operarios en las actividades en el área de recibo en la planta de semilla de Zamorano.

Actividad	Operario 1	Operario 2	Operario 3	Operario 4
Desamarro y traslado de sacos	13.8 ± 4.2 ^{Aa}	12 ± 2.9 ^{Ab}	12. ± 3.4 ^{Aab}	12. ± 2.6 ^{Aab}
Descarga en bandas	8.3 ± 2.9 ^{Ba}	9.0 ± 3.3 ^{Ba}	11.0 ± 3.3 ^{Ab}	11.5 ± 2.4 ^{Ab}
Inspección de material	38.5 ± 1.5 ^{Ca}	39.2 ± 2.2 ^{Ca}	38.6 ± 1.3 ^{Ba}	38.6 ± 1.5 ^{Ba}

ABC = Indican diferencias significativas entre columnas (entre actividades por operario).

abc = Indican diferencias significativas entre filas (entre operarios por actividad).

Para el estudio del OEE, se identificaron tres principales elementos; traslado en bandas, llenado de sacos y traslado del tractor. En la disponibilidad, fue necesario obtener el tiempo de paradas planificadas que es el tiempo total menos el periodo planificado para realizar una determinada actividad. En cuadro 5, las paradas de tiempo planificado de operación la

más larga fue de traslado de material en bandas, debido a que la operación debe ser continuo ya que no dependen factores externos como retrasos de los operarios.

La parada no planificada con mayor frecuencia fue las averías por el flujo de material no automatizado, daños mecánicos, daños en costuras de los supersacos. Lo cual el personal se ve obligado a detener la operación. Muchas de las empresas tienen como prioridad disminuir llegar a cero en averías y más competitiva ya que mejora la disponibilidad optan por realizar un mantenimiento correctivo pero más del 90% del tiempo y de los recursos empleados en mantenimiento se destinan a la reparación de fallos (García 2009).

El tiempo en operación es el tiempo real o total en una jornada. Se observó que, en comparación con tiempo establecido, hay una diferencia principalmente en el traslado del supersacos en el montacargas. Se debe a la falta de comunicación entre operarios al momento de informar cuando la tolva de olote está llena y deba ser retirada.

No hay diferencias en las tres actividades en cuanto al porcentaje de disponibilidad, ya que se encuentran en un rango de 85 y 95%, lo que resulta que tiene una calificación buena dentro de los parámetros establecidos. Muchas empresas, como política y para entrar a competir a un rango tienen permitido un mínimo de 90% de disponibilidad (Quispe 2013).

Cuadro 5. Cálculo de la disponibilidad en minutos para la máquina de desgrane.

Elementos	TPP	TNP	TPO	TO	Disponibilidad (%)
Traslado en bandas	5.31	8.36	125.00	149.00	83.89
Llenado de sacos	8.00	14.20	122.00	143.00	85.41
Traslado de material final	10.4	13.37	120.00	144.00	83.26

TPP: Tiempo de paradas de planificadas, TNP: Tiempo de paradas no planificado TPO: Tiempo planificado de operación, TO: Tiempo de operación.

El rendimiento es el tiempo de funcionamiento total en una jornada, cuánto ha fabricado (bueno y malo) respecto de lo que tenía que haber fabricado a tiempo de ciclo ideal. Se observa (cuadro 6) el menor rendimiento es para llenado en sacos, se debe a que en esta línea los paros externos o paros mecánicos afecta directamente en área de llenado de sacos debido a que su funcionamiento está directamente entrelazado con las demás actividades. Para traslado en bandas y traslado de material final tienen una calificación de buena, mientras que el llenado tiene un calificativo de aceptable.

En cuanto a la comparación entre los tres meses, tuvo un menor rendimiento el mes de septiembre ya que al tener alta producción, hubo mayor cantidad de paros principalmente porque esta se dividía en dos turnos en un estudio en una empresa manufactura tubo rendimiento bajos con 75% debido a la mala programación lo que resultó con nuevas pérdidas de tiempo (Mohr 2012).

Cuadro 6. Cálculo de rendimiento para la máquina al desgrane.

Mes	Cantidad al desgrane (kg)	Rendimiento %
Agosto	40551	81.12
Septiembre	44078	77.38
Octubre	38817	82.79

Se establecieron dos tipos de pérdidas de calidad, la primera pérdida por mala operación o diseño de la máquina, se encontró una merma de 18.18 kg de maíz que aún no llegaba ni al área de desgrane, debido a que la banda desgranaba parte del elote y caía directamente al suelo.

El segundo motivo fue al evaluar en calidad de la semilla, el máximo permitido por daños es de 3.5%, el cual se encontró en 2.2% siendo daño mecánico interno el que más afectó. Finalmente se obtuvo una calidad de 97% lo cual se encuentra dentro de los rangos aceptables. Díaz *et al.* (2009) mencionan que la calidad es inversamente proporcional a la variabilidad en un proceso.

Cuadro 7. Cálculo de calidad total para la máquina de desgrane.

Parámetros de evaluación	Máximo (%)	Calificación (%)
Material inerte	2.5	0.22
Daño mecánico externo	0.5	0.31
Daño mecánicos interno	0.5	0.79
Olote	1	0.27
Unidades conforme (kg)	Unidades totales (kg)	Calidad (%)
3315	33897	97

Es difícil mantener un valor OEE considerado universalmente aceptable para considerar un proceso de producción eficiente y efectivo. Varios autores han propuesto puntos de referencia de mejores prácticas, pero en realidad estos niveles dependen en gran medida del tipo de empresa que consideran, de la industria y del método de cálculo del OEE. En el cuadro 7 se observa que la máquina de desgrane obtuvo un OEE final de 65% y según la clasificación expuesto por Nakajima (1998) este valor es categorizado como regular y solo puede ser aceptado si hay una mejora continua.

Plaza (2008) sostiene que un OEE ideal debe ser superior a 85%, para una empresa de clase mundial para ello es necesario tener una disponibilidad 90%, rendimiento de 95% y calidad 99%. mientras otras empresas como Toyota tienen como objetivo superar el 85%, aunque en líneas automatizadas es factible alcanzar valores del 90%. Sin embargo, Ljungberg (1988) menciona que es aceptable tener OEE entre 60 y 75%, esto dificulta comparar OEE con diferentes empresas y no permitirles alcanzar valores universalmente compartidos.

Cuadro 8. Resultado final de OEE de la máquina de desgrane.

Disponibilidad	84
Responsabilidad	80
Calidad	97
OEE	65%

Propuestas de mejora.

Área de recibo.

- Llevar un mejor control de información con el encargado de cosecha, secado y desgrane, para obtener una programación sincronizada evitar tiempos de espera para empezar la descarga.
- Antes de descargar, incluir un banco al inicio de la banda transportadora, para evitar golpes del material y sumar un operario en las actividades de desamarre y transporte de los sacos.
- Aumentar la velocidad de las bandas.
- Reparar los perfiles de las bandas vertical 1 y vertical 2.
- Remplazar la banda vertical 3.
- Realizar el estudio de tiempo y movimientos cada periodo de tiempo con el fin de monitorear el rendimiento de los operarios.
- Usar los formatos para realizar el estudio de tiempo y movimientos, para mantener un registro y comparar con resultados anteriores.

Área de desgrane.

- Mejorar la compuerta de las estructuras de la secadora, debido a que no hay un control para realizar un flujo continuo.
- Mejorar el diseño de la primera banda transportadora, ya que el material tiende a salirse o desgranarse y caer al suelo.
- Mejorar el desemboque de la banda de los olotes, debido a que un 1.4% de material tiende a caer al suelo, por lo que llevará más tiempo de limpieza.
- Previo al desgrane, asegurarse de que la cantidad de supersacos sean suficientes y que no tenga ningún tipo de rotura.

4. CONCLUSIONES

- A través del estudio de tiempos y movimientos en el área de recibo se pudo identificar actividades críticas y fallos que reducen la eficiencia de la operación.
- La aplicación del método eficiencia global de equipos (OEE) permitirá a la planta obtener mayor cantidad de quintales de maíz en menor tiempo.
- Se generó una lista de propuestas de mejora, para incrementar la eficiencia en las actividades de la planta de semillas.

5. RECOMENDACIONES

- Realizar el mismo estudio de tiempos y movimientos en otras áreas de la planta de semillas.
- Aplicar el método OEE para otras máquinas del área de producción de la planta de semillas.
- Dar a conocer los resultados obtenidos e informar las propuestas de mejora a los operarios.
- Capacitar a los operarios sobre la importancia del estudio de tiempos y movimientos.

6. LITERATURA CITADA

Casilinas C, Poveda R. 2012. Implementación del sistema de indicadores de productividad y mejormiento OEE (Overall Effectiveness Equipment) en la línea tubería en corpacero S.A. [Tesis]. Universidad Distrital Francisco José de Caldas - Bogotá (Colombia) 80 p.

Caso A. 2006. Técnicas de medición del trabajo. 2 da ed. España: Fundación Confemetal. [Consultado 2017, oct 24]. <https://books.google.hn/books?id=18TmMdosLp4C>.

Castillo O. 2005. Estudio de tiempo y movimientos en el proceso de producción de una industria manufactura de ropa [Tesis]. Universidad de San Carlos de Guatemala - Guatemala. 120 p.

Cequea E, Delgado D, Farfán S, Gil A. 2006. Supermercado santo tome I. Universidad Nacional Experimental Politécnica” Antonio Jose de Sucre”- Guayana. 161p.

Cruelles J. 2009. La teoría de la medición del despilfarro. 2 da ed. Toledo (España): Reverte; [Consultado 2017, jun 21]. <https://books.google.hn/books?id=w5f4zsqomkkc&pg=pa107&dq=clasificacion+oe&hl=es419&sa=x&ved=0ahukewj9uvqrrynxahuitcykhwrfbuuq6aeijdaa#v=onepage&q=clasificacion%20oe&f=false>.

Díaz E, Díaz C, Flores L, Heyser S. 2009. Estudio de la variabilidad de proceso en el área de envasado de un producto en polvo. Veracruz (México). [Consultado 2017, jul 17]. <http://www.scielo.cl/pdf/infotec/v20n6/art13.pdf>.

Esquer J. 2013. Determinación de tiempo estándar para la implementación de ayudas visuales en una empresa de telefonía celular [Tesis]. Instituto tecnológico de sonora - Sonora (México). 68 p.

Fuentes G .2003. Estudio de tiempos y movimientos a las operaciones realizadas en una pequeña industria de productos de productos lácteos [Tesis]. Universidad de San Carlos de Guatemala - Guatemala. 154 p.

García D. 2015. Propuesta de mejoramiento mediante el estudio del trabajo para el proceso de revisión técnico mecánica y de emisiones contaminantes en el cda la playa cali. Colombia [Tesis]. Universidad autónoma de occidente- Colombia. 105 p.

García S. 2009. Mantenimiento correctivo. Organización y gestión de la reparación de averías. [Consultado 2017, oct 24]. <http://www.renovetec.com/mantenimientoindustrial-vol4-correctivo.pdf>,

González L. 2002. Análisis de eficiencia y determinación de tiempos y movimientos de una planta incubadora [Tesis]. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano-Honduras. 43 p.

Guzmán N, Sánchez J. 2013. Estudio de métodos y tiempos de la línea de producción de calzado tipo "clásico de dama" en la empresa de calzado caprichosa para definir un nuevo método de producción y determinar el tiempo estándar de fabricación [Tesis]. Universidad Tecnológica de Pereira - Colombia. 77 p.

Kanawary G. 1996. Introducción al estudio del trabajo. Organización Internacional del Trabajo-Ginebra. 538 p.

Ljungberg O. 1998. Medición de la efectividad general del equipo como base para las actividades de TPM. Revista internacional de operaciones y gestión de producción. 495-507.

Leal J. 2008. Medición del trabajo aplicado a la empresa d'vargas repujado en aluminio S.a de C.V. [Tesis]. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo-México. 108 p.

León I. 2010. Aumento de la productividad del área de empaque de laboratorios elmor mediante el estudio de tiempos [Tesis]. Universidad Simón Bolívar- Venezuela. 88 p.

Meyers F. 2000. Estudio de tiempos y movimientos para la manufactura ágil. 2 da ed. Mexico: Pearson educación; [Consultado 2017, oct 24]. <https://es.scribd.com/doc/49747904/meyers-estudio-de-tiempos-y-movimientos-para-la-manufactura-agil-2-ed>.

Mohr P. 2012. Propuesta de metodología para la medición de eficiencia general de los equipos en líneas de proceso de sección mantequilla en industrias lácteas [Tesis]. Universidad Austral de Chile- Chile. 92 p.

Monllor J. 1994. Economía, legislación y administración de empresas. 2 da ed. Murcia (España): EDITUM; [Consultado 2017, oct 24]. https://books.google.hn/books?id=kxykoqzlmvcc&printsec=frontcover&source=gbg_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false.

Nakajima S. 1988. Introducción a TPM: mantenimiento productivo total. 1 ed. Minnesota (EEUU): Productivity Press 120 p.

Orellana R. 2016. Evaluación de tiempos y eficiencias de la planta de semillas de Zamorano para las operaciones de recibo [Tesis]. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano-Honduras. 27 p.

Plaza J. 2008. Eficiencia (OEE) por encima del 100%. [Internet]. España: Actio. [Consultado 2017, oct 22]. <https://www.actio-consulting.es/eficiencia-oee-por-encima-del-100/>.

Puvanasvaran A Mei C Alagendran V. 2013. Overall equipment efficiency improvement using time study in an aerospace industry. In: procedia engineering, 68, pp. 271–277. DOI: 10.1016/j.proeng.2013.12.179.

Quispe D. 2013. Propuesta de mejora de productividad en el área tejeduría de una empresa textil [Tesis]. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas - Lima (Perú). 137 p.

Retana B Aguilar M. 2013. Ingeniería de métodos. [Internet]. México.[Consultado 2017,oct 22].<http://educommons.anahuac.mx:8080/educommons/ingenieria-de-procesos-de-fabricacion/ingenieria-de-metodos/unidad-4-ocw.pdf>.

7. ANEXOS

Anexo 1. Control de paros a la máquina desgranadora de la planta de semilla.

Fecha: _____ Hora de inicio: _____ Hora fin: _____
Nombres del encargado: _____

	Elemento	Tipo de paro	Hora de inicio	Hora final	Observaciones
1	_____	_____	_____	_____	_____
2	_____	_____	_____	_____	_____
3	_____	_____	_____	_____	_____
4	_____	_____	_____	_____	_____
5	_____	_____	_____	_____	_____
6	_____	_____	_____	_____	_____

Firma Encargado _____

Firma Supervisor _____

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2. Formato de tomas tiempo.

Fecha: _____

Área: _____

Elaborado por: _____

FC: factor de calificación, TN: tiempo normal

Operaciones	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Tiempo Promedio	FC	TN
T ciclos												Σ	
T ²												Tn	
Ciclo total	T ²							Tiempo Promedio					

Anexo 3. Formato de factor de calificación.

Fecha: _____

Área: _____

Elaborado por: _____

Factor de calificación	I Elem	Valor	II Elem	Valor	III Elem	Valor	IV Elem	Valor	V Elem
Habilidad									
Esfuerzo									
Condiciones									
Consistencia									
	100%	1	100%	1	100%	1	100%	1	100%
	Total		Total		Total		Total		Total

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 4. Tablas de calificación de ritmo de trabajo Westinghouse.

HABILIDAD			ESFUERZO		
0.15	A 1		0.13	A 1	
0.13	A 2	Habilísimo	0.12	A 2	Excesivo
0.11			0.1	B 1	
0.08	B 2	Excelente	0.08	B 2	Excelente
0.06	C 1		0.05	C 1	
0.03	C 2	Bueno	0.02	C 2	Bueno
0	D	Promedio	0	D	Promedio
-0.05	E 1		-0.04	E 1	
-0.1	E 2	Regular	-0.08	E 2	Regular
-0.15	F 1		-0.12	F 1	
-0.22	F 2	Deficiente	-0.17	F 2	Deficiente

CONDICIONES			CONSISTENCIA		
0.06	A	Ideales	0.04	A	Perfecto
0.04	B	Excelente	0.03	B	Excelente
0.02	C	Buena	0.01	C	Buena
0	D	Promedio	0	D	Promedio
-0.03	E	Regulares	-0.02	E	Regulares
-0.07	F	Malas	-0.04	F	Deficiente

Fuente: Caso 2006.